Revue suisse Zool.	Tome 92	Fasc. 4	p. 897-914	Genève, décembre 1985

Pollenernte und Massenwechsel von drei *Apis mellifera*-Völkern auf demselben Bienenstand in zwei aufeinanderfolgenden Jahren

von

Hans WILLE *, Marianne WILLE *, Verena KILCHENMANN *, Anton IMDORF * und Georges BÜHLMANN *

Mit 5 Abbildungen und 4 Tabellen

ABSTRACT

Pollen gathering and population dynamics of three Liebefeld bee colonies of *Apis mellifera* during two consecutive years. — The amounts of pollen gathered varied from 10 to 26 kg per colony and year. 189 different pollen types were identified. The 40 major pollen types formed more than 90% of the total pollen collected. *Zea mays, Brassica* sp., *Acer* sp., *Plantago lanceolata, Taraxacum officinale* and *Salix* sp. contributed 51% of the total pollen harvest.

There were great quantitative and qualitative differences between the pollen types gathered, which must be due to individual preferences. We could, however, not demonstrate that one colony or the other preferred uncommon pollen types.

99 of the major pollen types gathered in Switzerland by *Apis mellifera* were submitted to measurements of the amino acid contents and spectrum. The total amino acid contents varied from 5% of dry weight for *Pinus* sp. and *Cupressaceae* to 33% for *Sarothamnus scoparius.* There was no predilection for pollen types with high amino acid content.

There was a close correlation between most essential amino acid levels and the total amino acid content: 44% of the measured amino acids were essential ones. Only for histidine, arginine and methionine this relationship was less evident. If the pollen provisions are of mixed origin, there is hardly a risk of unbalanced amino acid supply. Analysis of

---

* Sektion Bienen, FAM, 3097 Liebefeld, Schweiz.

[1] Poster präsentiert an der Jahresversammlung der SSZ in Genf, 1.-2. März 1985.

population dynamics resulted into great differences in the number of bees, brood surfaces and fluctuations of these parameters. However, the ratio "bee days/reared brood cell" was rather constant, i.e. 19 days per colony and year.

The correlations between pollen quantity gathered, number of reared brood cells, number of bee days and life expectancy were loose.

EINLEITUNG

Nektar und Honigtau, die Rohstoffe für Honig enthalten fast ausschliesslich Kohlenhydrate, also Energieträger, und so gut wie keine Aufbaustoffe für das Bienenvolk (siehe ausführliche Zusammenstellung bei CRANE 1975). Lieferant der eigentlichen Aufbaustoffe, d. h. Proteine (Aminosäuren), aber auch der meisten Mineralstoffe, Vitamine und Spurenelemente, ist der gesammelte Blütenpollen. Genaue Kenntnis des Pollenkonsums ist also wichtig zum Verständnis der Existenzgrundlage der Bienenvölker. Sie ist Voraussetzung zum Erkennen der schwachen Stellen in der Nahrungsversorgung und damit von grosser praktischer Bedeutung für die Bienenhaltung; aber auch im Zusammenhang mit pathologischen Erscheinungen können wichtige Zusammenhänge bestehen, worauf u. a. WAHL & ULM (1983), aber auch WILLE (1984*a*) hingewiesen haben.

Qualitative und quantitative Analysen der Pollenversorgung von Bienenvölkern sind bereits von mehreren Autoren unter verschiedenen Aspekten und Zielsetzungen gemacht worden (z. B. ECKERT 1942; HIRSCHFELDER 1951; LOUVEAUX 1955; OPPLIGER 1981; WILLE & IMDORF 1983; WILLE & WILLE 1984*a, b*; WILLE 1984*b*; BINDER 1984; GRANSIER 1984). Angesichts der Komplexität und der wechselhaften und sehr unterschiedlichen lokalen und zeitlichen Bedingungen ist es also nötig, dass das Thema immer wieder neu bearbeitet wird. Zusätzlich können jetzt neue Einsichten über den Massenwechsel der Bienenvölker in die Untersuchung miteinbezogen werden (WILLE & GERIG 1976, BÜHLMANN 1982, BÜHLMANN 1984); es existieren bessere Möglichkeiten der Datenerfassung und -verarbeitung und die vieldimensionalen Untersuchungsergebnisse können mit grafischen Methoden anschaulicher dargestellt werden. Eine gründliche Bestandesaufnahme der aktuellen Zustände ist ausserdem auch im Hinblick auf mögliche zukünftige Veränderungen (Umweltgefährdung, neue Bienenkrankheiten) von Interesse.

Verschiebungen in Häufigkeit und Artzusammensetzung der Spenderpflanzen, die sich im Aktionsbereich der Pollensammlerinnen befinden, sind von Jahr zu Jahr relativ gering. Das Pollenangebot darf qualitativ als ziemlich konstant betrachtet werden, soweit es sich um Garten-Wiesen- und Waldpflanzen sowie gewisse Unkräuter handelt. Bei den wichtigen kultivierten Pollenspendern, wie Mais, Raps, Weissklee, kann es infolge Veränderung von Anbaufläche und Sortenwahl zu spürbaren Verschiebungen kommen. Grössere Unterschiede von Jahr zu Jahr können aber auch witterungsbedingt sein: Sowohl Flugbedingungen für Bienen wie auch Verfügbarkeit des Pollens (Blühdauer, Oeffnungszustand der Blüten etc.) werden durch Feuchtigkeit, Niederschläge, Wind und Temperatur entscheidend beeinflusst. Sehr wichtig ist aber auch der Zeitpunkt der Heumahd.

Bei den Bienen kann die Struktur des Volkes, Zahl der Arbeiterinnen, Grösse der Brutfläche, eine wichtige Rolle spielen. Diese stehen selbst in Wechselbeziehung zum Pollenkonsum, auch wenn es offenbar nicht einfach ist, die komplexen Verknüpfungen zu quantifizieren (WILLE *et al.* 1985). Überlagert wird das Sammelverhalten aber auch von volksinternen, „soziologischen" Faktoren: Infolge Erfahrungsaustausch der Bienenarbeiterinnen (Kommunikation durch Bienentanz) kann es zu Erscheinungen kommen, die man

vermenschlichend als „Modeströmungen", „Stimmungswechsel" und „Massentrends" bezeichnen könnte. In ihren Untersuchungen haben VISSCHER & SEELEY 1982 auf ähnliche Phänomene bei Bienenvölkern in Waldgebieten in New York, USA, hingewiesen.

Die vorliegende Untersuchung ist Teil einer umfassenden Bestandesaufnahme der Pollenverhältnisse auf verschiedenen Bienenständen der Schweiz von 1978 bis 1984. Hier sollen die speziellen Verhältnisse von Liebefeld (Vorstadt südlich von Bern, überbautes Gebiet von niederer Dichte, Hausgärten, aber auch Landwirtschaftszone und Waldgebiet in Reichweite der Sammelbienen) an drei Institutsvölkern im Detail analysiert werden.

Es wurde untersucht, welche Pollensorten gesammelt werden, welchen Anteil an der Gesamternte sie darstellen, welches ihre zeitliche Abfolge ist (phänologische Reihe), ob es Unterschiede gibt zwischen den Völkern und zwischen den Jahren. Wann ist die Pollenversorgung knapp oder mangelhaft? Tragen starke Völker mehr ein als schwache? Ist die Bruttätigkeit abhängig von der Grösse der Pollenernte? Bestehen Beziehungen zwischen Langlebigkeit und Pollenernte? Was ist der Nährwert der einzelnen Pollensorten, gemessen am Gehalt an essentiellen Aminosäuren? Werden Pollensorten mit hohem Aminosäuregehalt von den Sammelbienen bevorzugt eingetragen?

MATERIAL UND METHODEN

Die drei untersuchten Völker (Nr 7, 9 und 10) wurden zusammen mit 5 bis 7 weitern Völkern im Bienenhaus der FAM in Liebefeld in Schweizerkasten (Warmbau, Hinterbehandlung) gehalten. Die Königinnen stammten aus Standbegattungen, entsprachen also weitgehend dem üblichen lokalen Rassengemisch (*Nigra* × *Carnica*). Eine Ausnahme bildete anfänglich bloss Volk 9 mit seiner *Nigra*-Königin.

Volk 7 hatte zunächst eine Königin aus dem Jahre 1977 und erhielt am 9. September 1980 und am 22. Juni 1981 eine neue Königin des jeweiligen Jahres.

Volk 9 begann mit einer *Nigra*-Königin aus dem Jahre 1979, und wurde am 22. Juni 1981 umgeweiselt.

Volk 10 hatte eine Königin aus dem Jahre 1978. Am 16. Juli 80 und 22. Juni 81 wurde je eine neue Königin zugesetzt.

Alle Umweiselungen gelangen gut: die Königinnen wurden gut angenommen und die Legetätigkeit wurde rasch wieder aufgenommen.

Die Erfassung der Anzahl Brutzellen, d. h. der Fläche mit offener und gedeckelter Brut, sowie die Erfassung der Bienenzahl erfolgte, indem die Völker in Abständen von drei Wochen geöffnet, und Wabenseite für Wabenseite einzeln geschätzt wurden (GERIG 1983).

Die Anzahl der beobachteten Brutzellen erlaubt die Berechnung der bevorstehenden durchschnittlichen Schlüpfrate (1/12 der gedeckelten resp. 1/21 der gesamten Brutzellen pro Tag). Über die einzelnen Beobachtungsintervalle lässt sich so die Summe der pro Volk und Vegetationsperiode aufgezogenen Brutzellen (BZ) berechnen. Die Anzahl Bienentage (BT) ist das bestimmte Integral unter der Bienenkurve im Laufe der Zeit: ein Mass für die Volksstärke im erweiterten Sinn oder der Arbeitskapazität. Der Quotient Bienentage pro aufgezogene Brutzelle (BT/BZ) ist dann ein Mass für die Lebenserwartung der Bienenarbeiterinnen (BÜHLMANN 1984).

Die Grösse der Pollenernte wurde geschätzt, indem einmal wöchentlich ein vertikaler, kalibrierter Pollenrechen in die vorgehängten Pollenfallen eingesetzt wurde. Nach der von IMDORF (1983) entwickelten Methode lässt sich aus dem Rückbehalt in der Falle die Gesamtmenge des eingesammelten Pollens berechnen.

Der Rückbehalt aus der Pollenfalle wurde im Wärmeschrank während 24 Stunden bei 30 °C getrocknet. Anschliessend wurden die Pollenhöschen von Hand nach Farbe sortiert. Der Gewichtsanteil der einzelnen Sorten wurde auf der Analysenwaage ermittelt und die botanische Herkunft aufgrund einer palynologischen Analyse unter dem Mikroskop bestimmt (IMDORF & M. WILLE 1983).

Aus der gesamtschweizerischen Untersuchung, von der die vorliegende Arbeit ein Ausschnitt ist, wurden 99 der wichtigsten gehöselten Pollensorten ausgesondert und einer Aminosäurenanalyse unterworfen (Hydrolyse in Salzsäure, Aminosäuren-Analysator „Unichrom-Beckmann", Methode beschrieben bei LEHNHERR *et al.* 1979).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Entwicklung der Bienenvölker

Abb. 1 zeigt den Verlauf der Bienenzahl und der Zahl der Brutzellen im Laufe der beiden Jahre für jedes der drei Völker. Im Frühsommer gibt es mehr Brutzellen als adulte Bienen, das Maximum der Brutzellen wird im Juni, gelegentlich aber erst im Juli erreicht, das Maximum der Bienenzahl einige Wochen später. Im Herbst, manchmal schon im Hochsommer, übersteigt die Bienenzahl die Zahl der Brutzellen. Im Bienenvolk nimmt die Anzahl der langlebigen Winterbienen, die erst im nächsten Frühjahr ihre Tätigkeit in Brutpflege und Futterbeschaffung aufnehmen werden, mehr und mehr zu. Dass 1980 der Anstieg der Bienenzahl im Juni bei jedem Volk so deutlich in Erscheinung tritt, nicht aber im folgenden Jahr, kann höchstens indirekt eine Folge der Umweiselungen von 1981 sein, da der Verlauf der Brutkurve keinen Brutunterbruch erkennen lässt. Neben diesen grundsätzlichen gemeinsamen Eigenschaften fällt aber die Eigenart jedes einzelnen Kurvenpaares auf. Dieser Hinweis auf die Individualität der einzelnen Völker und Jahre ist sehr deutlich und gültig für die gesamte Untersuchung.

Polleneintrag

Das Pollensammeln (Abb. 2) beginnt im März mit dem Besuch der Weide und hört im Oktober auf. Die ertragreichste Zeit ist im Mai. Volk 7 trug vom 5. bis 27. Mai 1980 7.5 kg Pollen ein. Das sind 340 g pro Tag oder 30 mg pro adulte Biene und Tag.

Typisch für das Schweizerische Mittelland und den Vorort Liebefeld ist die deutliche Trachtlücke im Sommer, wie im Jahr 1980. 1981 kam dieses „Juniloch" nicht so stark zur Geltung. Ursache waren wohl die Witterungsverhältnisse, welche eine bessere Staffelung der Pollenspender ermöglichten. Lückenfüller waren vor allem Wiesenpflanzen: *Triflolium, Gramineen, Plantago* und *Sinapis.* Wie der Vergleich mit Abb. 1 zeigt, war aber diese Überbrückung des Junilochs nicht unbedingt förderlich für die Volksentwicklung.

Der durchschnittliche Proteingehalt des Pollens betrug 22%. In den einzelnen Beobachtungsperioden schwankte er aber zwischen 17 und 26%. Diese Schwankungen sind eine Folge der verschiedenen botanischen Zusammensetzung des Sammelgutes und sie zeigen, dass auch die Qualität der Pollensorten wichtig ist und speziell berücksichtigt werden muss. Die Kurve des eingetragenen Pollenproteins ist in Abb. 2 eingetragen. Innerhalb der erwähnten Grenzen verläuft sie ähnlich wie die des Trockengewichts.

Tab. 1 fasst die wichtigsten Ziffern für die drei Völker in den beiden Jahren zusammen. Auffallend ist, dass der Quotient BT/BZ, also die mittlere Lebenserwartung, relativ kon-

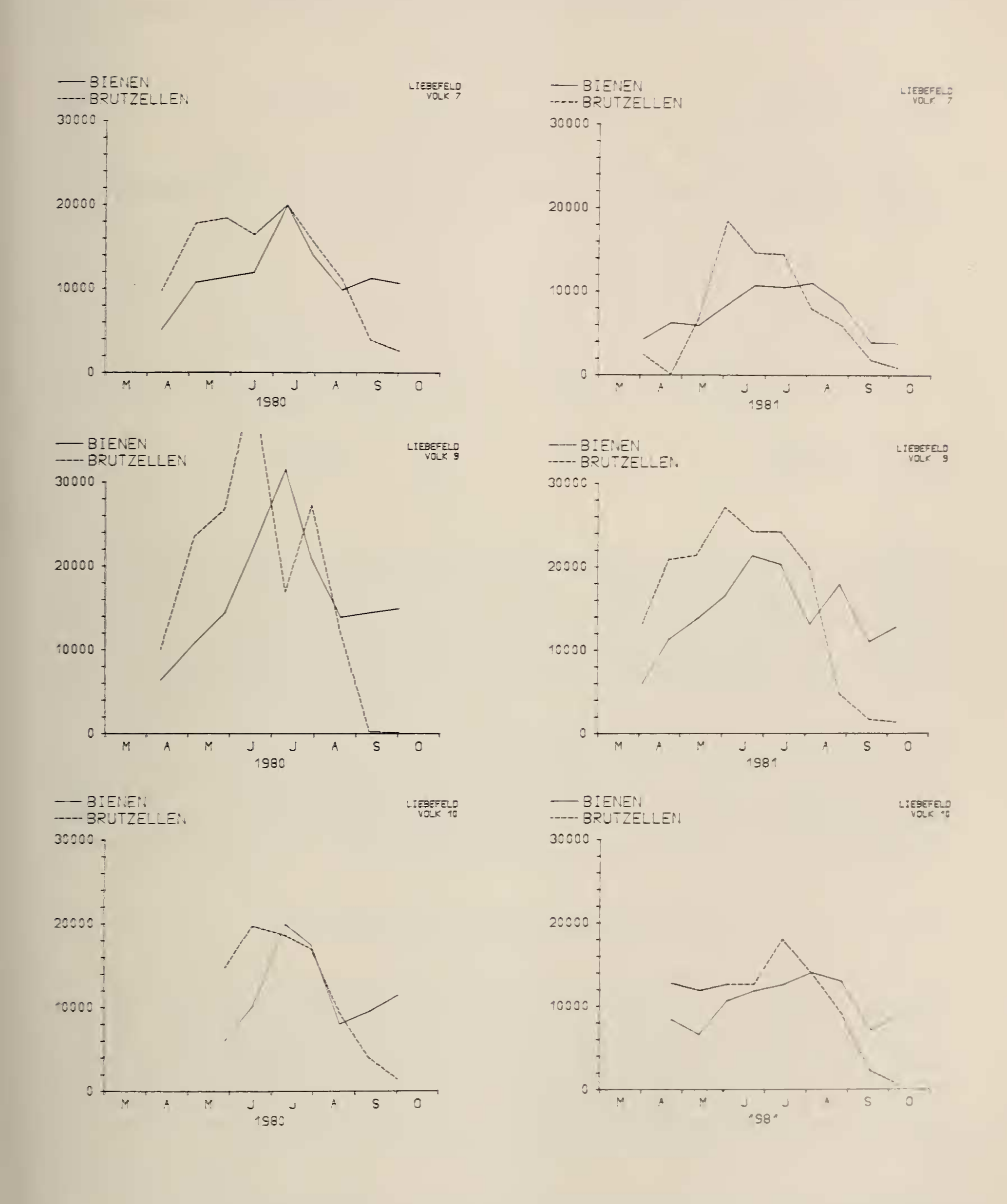


ABB. 1.

Bienenzahl und Anzahl Brutzellen der drei untersuchten Völker 1980 (links) und 1981 (rechts).

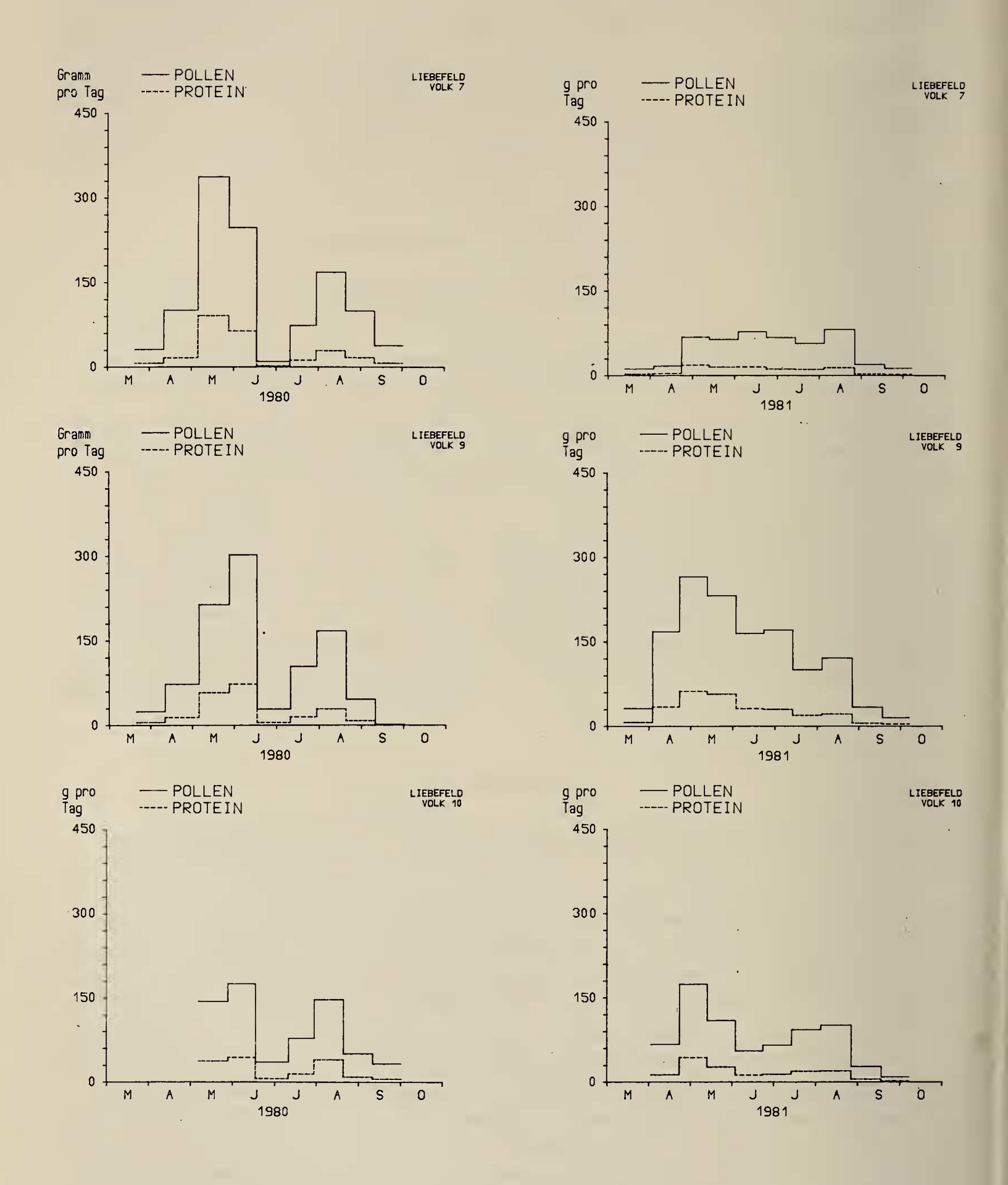


Abb. 2.

Polleneintrag, Trockengewicht und Proteinfraktion (g pro Tag) der drei untersuchten Völker 1980 und 1981.

stant ist, er beträgt rund 19 Tage: alle die Unterschiede zwischen den Völkern und Jahren äussern sich nicht in einer Verschiebung dieses Verhältnisses, Zahl der Bienentage und Zahl der aufgezogenen Brutzellen sind hoch korreliert ($P < 0.001$).

TABELLE 1

Volksentwicklung und Pollensammeltätigkeit: Volk 7, 9 und 10, Liebefeld 1980 und 1981.

	Jahr	Brutzellen (BZ)	Bienentage (BT)	Lebens-erwartung BT/BZ	Pollen pro BZ mg	Pollen pro BT mg
Volk 7	10.April bis 30.Sept 1980	115063	2077125	18	197	11.05
	2.April bis 6.Okt. 1981	71879	1449170	20	138	6.72
Volk 9	10.April bis 30.Sept 1980	164592	2962850	18	125	6.68
	2.April bis 6.Okt. 1981	155577	2807055	18	173	9.36
Volk 10	27.März bis 30.Sept 1980	83741	1550500	19	162	6.92
	22.April bis 6..Okt. 1981	93109	1771755	19	158	7.50

Zwischen Grösse der Pollenernte und Anzahl aufgezogener Brutzellen besteht eine schwache positive Korrelation ($P < 0.05$), ebenso zwischen Grösse der Pollenernte und Bienentagen (BT). Die Korrelation zwischen Lebenserwartung und Pollenernte ist negativ und auch nur schwach ($P < 0.05$). Alle diese Korrelationen sind zu gering, um auf unmittelbare Abhängigkeiten hinzudeuten, stimmen aber mit unserer umfangreicheren Untersuchung überein (WILLE *et al.* 1985).

Zwischen Gesamternte und Sammelleistung (Pollen/BT) sowie zwischen Gesamternte und Pollen, der pro Brutzelle eingetragen wurde, besteht praktisch keine Abhängigkeit. Es fällt auf, dass das zahlenmässig stärkste Volk, Nr. 9, 1980 am wenigsten Pollen zur Aufzucht der Brut und auch am wenigsten Pollen pro Bienentag brauchte. Im zweiten Rang kommt aber bereits Nr. 7, 1981, das zahlenmässig schwächste Volk der Untersuchung!

Palynologische Untersuchung der Pollenernte

Die drei Völker sammelten in den beiden Jahren insgesamt 110 kg Pollen. Es liessen sich 189 Pollentypen unterscheiden, die in Tab. 2 aufgeführt sind. Verglichen mit allen anderen bisher bekannten Untersuchungen ist dies eine äusserst reichhaltige Speisekarte (WILLE & WILLE 1984*a, b*). Interessant ist vor allem die Rangfolge: die wichtigsten 25 Sorten machen mehr als 80%, die wichtigsten 40 Sorten mehr als 90% der Gesamternte aus! Nur 34 Pollensorten wurden von jedem Volk in beiden Jahren eingetragen. Diese stellen aber 81 Gewichts-% der Gesamternte dar, und unter ihnen befinden sich lückenlos alle 15 wichtigsten Sorten.

Auffallend ist der erste Rang von *Zea mays,* der vierte Rang vom *Plantago lanceolata,* der 9. Rang der *Gramineen,* aber auch der Beitrag von *Fagus, Quercus, Betula* und *Populus.* Diese 7 Windbestäuber liefern 27% der Gesamternte unserer Untersuchung! Es kümmert die Bienen also nicht, ob sie zur Bestäubung benötigt werden oder nicht.

Tabelle 2

Stand Liebefeld-Bern, Jahrespollenernte in Gramm (luftgetrocknet).

	JAHR	1980			1981			TOTAL
	VOLK	7	9	10	7	9	10	
1	Zea mays	3995.6	2246.6	2422.9	2420.9	2796.5	1717.2	15599.7
2	8rassica sp	4993.7	3670.0	2471.6	424.3	1435.3	1987.8	14982.7
3	Acer sp	3403.4	2138.2	1496.5	1128.7	1092.7	739.1	9998.6
4	Plantago lanceolata	568.3	650.4	240.5	1120.2	2651.9	739.6	5970.9
5	Taraxacum off.	1429.8	864.4	286.7	80.7	2091.5	423.8	5176.9
6	Salix sp	567.6	731.1	715.1	313.3	1771.3	610.3	4708.7
7	Kernobst	235.8	367.7	148.4	408.2	2948.4	195.7	4304.2
8	Trifolium repens	21.1	58.0	221.3	413.0	1808.6	1638.4	4160.4
9	Gramineae	102.7	480.8	274.5	583.1	2232.3	39.2	3712.6
10	Aesculus hippocastani	591.1	749.6	58.1	16.5	1273.2	483.1	3171.6
11	Ligustrum vulgare	655.9	1218.4	184.8	16.8	64.0	349.2	2489.1
12	Syringa sp	131.0	1407.0	347.1	85.5	113.2	242.1	2325.9
13	Helianthus F	301.8	208.9	516.2	352.2	79.2	142.1	1600.4
14	Rosa sp	273.4	31.6	104.5	309.2	237.8	511.7	1468.2
15	Rubus fruticosus	248.2	225.7	325.7	140.0	280.6	233.7	1453.9
16	Pilzsporen	261.8	915.9	230.4	7.5	0.0	3.7	1419.3
17	Fagus silvatica	0.0	23.5	72.5	63.2	720.2	385.4	1264.8
18	8etula pendula	9.2	0.0	0.6	35.1	472.9	718.5	1236.3
19	Quercus sp	676.8	0.0	0.0	0.0	0.0	541.7	1218.5
20	Steinobst	613.2	98.2	321.9	65.5	20.8	73.1	1192.7
21	8uxus sempervirens	671.0	222.8	3.5	1.0	0.0	0.0	898.3
22	Oahlia sp	346.1	253.0	102.3	23.7	47.7	67.6	840.4
23	Sinapis arvensis	3.4	0.0	6.6	114.6	517.4	111.8	753.8
24	Papaver orientale	74.8	202.6	0.0	148.9	220.1	70.6	717.0
25	Tilia sp	0.8	110.2	547.4	0.0	0.5	46.4	705.3
26	Populus sp	300.7	0.0	10.5	86.8	254.3	52.5	704.8
27	Sambucus nigra	6.5	101.0	492.9	27.0	47.0	29.0	703.4
28	Prunus avium	53.9	437.1	0.0	0.0	167.9	0.0	658.9
29	8uddleja davidii	48.5	57.7	23.2	14.4	275.6	235.8	655.2
30	Heracleum mantegazz.	21.7	56.5	45.8	113.0	318.2	11.2	566.4
31	Pyracantha coccinea	0.0	0.0	0.0	59.8	380.8	122.9	563.5
32	Helianthus annuus	459.8	3.6	0.7	42.1	17.3	20.0	543.5
33	Hypericum calycinum	25.0	0.0	0.0	9.9	162.5	342.3	539.7
34	Sorbus aucuparia	0.0	279.0	23.9	13.7	140.2	67.0	523.8
35	Rubus idaeus	0.0	0.0	0.0	221.4	18.0	281.8	521.2
36	Cytisus sp	45.4	134.6	29.9	5.7	265.2	20.1	500.9
37	Primulaceae	54.6	444.8	0.6	0.0	0.0	0.0	500.0
38	Ulmus sp	455.8	0.0	1.5	7.0	16.5	1.9	482.7
39	Crocus sp	183.5	249.6	0.0	0.2	34.0	0.3	467.6
40	Rumex sp	57.1	96.0	264.6	3.0	27.8	2.9	451.4
41	Rosaceae	17.2	165.9	28.0	26.4	2.9	174.6	415.0
42	Raphanus raphanistrum	0.0	0.0	185.1	7.2	99.5	107.3	399.1
43	Gleditsia triacanthos	0.0	0.0	0.0	345.4	0.0	49.0	394.4
44	Scilla sp	24.5	123.9	0.0	40.1	178.1	6.2	372.8
45	Cornus sp	88.6	1.1	178.0	2.8	2.4	87.2	360.1
46	Taraxacum F	112.8	32.1	15.5	19.6	50.2	96.4	326.6
47	Solidago sp	0.9	23.3	0.0	31.9	89.0	142.6	287.7
48	Hedera helix	0.0	0.0	0.0	9.9	252.6	4.8	267.3
49	Spiraea sp	79.1	60.9	22.3	36.3	41.1	12.3	252.0
50	Cistaceae	0.0	0.0	224.3	0.0	0.0	0.0	224.3
51	Ranunculus sp	57.4	62.0	104.3	0.0	0.0	0.0	223.7
52	Pinus sp	34.9	7.0	158.7	5.5	0.0	0.0	206.1
53	Pelargonium sp	10.1	3.7	130.9	14.2	6.3	32.5	197.7
54	Secale cereale	0.0	0.0	0.0	0.0	167.9	20.3	188.2
55	Weigelia sp	61.0	59.5	22.4	11.7	22.9	8.2	185.7
56	Plantago media	2.4	142.1	9.9	1.7	26.6	0.0	182.7
57	Liliaceae	94.5	28.5	32.1	7.7	17.7	0.0	180.5
58	Helianthemum vulgare	17.8	10.7	120.9	6.5	7.6	10.2	173.7
59	Aquilegia sp	0.0	167.4	0.0	0.0	0.0	0.0	167.4
60	Verbascum sp	53.9	10.9	6.9	0.2	16.1	79.3	167.3
61	Campanulaceae	44.7	21.9	13.5	84.9	1.7	0.0	166.7
62	Hydrangea sargentea	41.8	3.4	11.3	0.0	31.5	67.4	155.4
63	8erberis vulgaris	0.0	0.0	0.0	6.5	140.3	0.0	146.8
64	Rheum rhaponticum	0.0	0.0	0.0	10.1	130.8	0.0	140.9
65	Caryophyllaceae	60.9	14.5	22.0	26.6	9.2	6.4	139.6
66	Crataegus sp	45.3	52.2	3.0	33.1	0.0	0.0	133.6
67	Liriodendron tulipif.	59.0	4.2	0.0	44.5	0.0	23.5	131.2
68	Ranunculus acer	0.0	0.0	0.0	6.7	102.9	19.6	129.2
69	Rhododendron sp	64.0	54.2	9.3	0.0	0.0	0.0	127.5
70	Aster sp	2.6	0.0	26.1	9.7	26.3	57.8	122.5
71	Fraxinus ornus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.8	120.8
72	Hypericum sp	45.7	65.4	6.8	0.0	0.0	0.0	117.9
73	Ranunculaceae	0.0	85.9	0.0	0.0	20.9	6.7	113.5
74	Calendula off.	0.0	0.0	93.3	13.7	0.0	0.0	107.0
75	Achillea F	1.2	39.6	15.2	34.5	10.5	0.0	101.0
76	Tulipa sp	67.2	10.7	1.4	0.0	13.5	0.0	92.8
77	Lonicera sp	0.0	45.9	12.0	0.0	8.4	8.8	75.1
78	Echinops ritro	1.6	0.0	68.3	0.0	2.8	0.0	72.7
79	Clematis sp	0.0	0.0	44.9	27.6	0.0	0.0	72.5
80	Veronica sp	40.3	0.0	15.0	13.8	1.4	1.9	72.4
81	Ilex aquifolium	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.5	70.5
82	Papaver rhoeas	9.2	3.3	28.8	3.3	7.3	14.9	66.8
83	Cruciferae	32.4	15.2	4.9	0.8	0.0	7.9	61.2
84	Rubus idaeus	0.0	58.0	2.9	0.0	0.0	0.0	60.9
85	Eleagnus angustifolia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.2	58.2
86	Epilobium angustifolium	0.0	15.4	20.2	2.9	16.6	1.0	56.1
87	Aruncus silvestris	0.0	0.0	0.0	13.0	3.7	33.2	49.9
88	Lupinus sp	0.5	0.8	44.3	0.0	0.0	4.1	49.7
89	Centranthus ruber	6.7	0.0	37.1	0.0	0.0	4.3	48.1
90	8erberidaceae	4.6	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7
91	Melandrium sp	1.1	0.0	0.0	0.0	40.3	3.9	45.3
92	Thuja sp	40.4	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	45.3
93	Filipendula ulmaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.4	44.4
94	Chrysanthemum sp	34.2	0.0	0.0	6.3	1.3	1.7	43.5
95	Ailanthus altissima	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5
96	Pachysandra terminalis	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	37.8	43.4
97	Deutzia sp	0.0	0.0	0.0	16.8	26.1	0.0	42.9
98	Hypericum moserianum	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	37.6	42.8
99	Caprifoliaceae	37.5	1.5	2.3	0.0	0.0	0.0	41.3
100	Centaurea cyanus	0.0	0.0	28.3	2.1	3.5	7.1	41.0

TABELLE 2 *(Fortsetzung)*

	JAHR	1980			1981			TOTAL
	VOLK	7	9	10	7	9	10	
101	Hosta sp	0.0	0.0	0.0	1.3	17.1	21.8	40.2
102	Compositae	0.0	0.9	31.8	0.0	7.3	0.0	40.0
103	Astilbe sp	38.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	38.8
104	Chenopodium sp	32.6	0.0	4.4	1.4	0.0	0.0	38.4
105	Anemone nemorosa	0.0	0.0	0.0	1.6	36.5	0.0	38.1
106	Magnolia sp	23.0	1.0	0.0	13.0	0.0	0.0	37.0
107	Anemone japonica	1.7	2.5	13.7	1.7	5.1	12.1	36.8
108	Aralia spinosa	0.8	0.4	17.6	6.7	0.0	10.8	36.3
109	Plantago major	0.0	0.0	0.0	0.0	32.1	1.0	33.1
110	Erica carnea	24.7	0.0	0.0	1.1	1.4	4.7	31.9
111	Tilia platyphyllos	0.0	0.0	0.0	10.9	12.7	5.7	29.3
112	Bellis perennis	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	0.0	29.1
113	Kolkwitzia amabilis	21.1	2.4	5.6	0.0	0.0	0.0	29.1
114	Vitaceae	0.0	0.0	0.0	29.0	0.0	0.0	29.0
115	Fraxinus excelsior	0.0	0.0	0.0	0.5	4.2	23.5	28.2
116	Anthriscus silvestris	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	1.9	28.0
117	Juglans regia	0.0	1.3	26.0	0.0	0.0	0.0	27.3
118	Majorana F	0.0	0.0	27.3	0.0	0.0	0.0	27.3
119	Convolvulus sp	1.6	0.0	1.1	9.7	3.8	11.0	27.2
120	Oleaceae	0.0	18.2	6.1	0.0	0.0	0.0	24.3
121	Geranium sp	10.0	1.3	4.7	4.5	3.3	0.0	23.8
122	Oxalis acetosella	0.0	0.0	0.0	1.2	21.9	0.0	23.1
123	Clematis vitalba	0.0	0.0	0.0	0.7	4.6	17.2	22.5
124	Ribes sp	19.3	2.4	0.0	0.5	0.0	0.0	22.2
125	Lonicera xylosteum	0.0	0.0	0.0	21.6	0.0	0.0	21.6
126	Lonicera tatarica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	20.1
127	Polemonium coeruleum	0.0	0.0	0.0	7.9	12.0	0.0	19.9
128	Viburnum sp	0.6	10.1	0.0	6.9	0.0	1.8	19.4
129	Sambucus racemosa	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	0.0	18.7
130	Robinia pseudo-acacia	0.0	0.0	0.0	13.5	4.8	0.0	18.3
131	Trifolium sp	0.7	1.1	0.0	16.3	0.0	0.0	18.1
132	Artemesia sp	0.0	4.7	12.6	0.0	0.0	0.0	17.3
133	Fragaria sp	1.5	9.4	3.1	0.0	0.0	1.3	15.3
134	Symphoricarpos sp	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	13.3	14.7
135	Calluna vulgaris	0.0	0.5	0.0	1.9	12.0	0.0	14.4
136	Parthenocissus quinquef	0.0	0.0	3.1	2.8	0.0	8.3	14.2
137	Galanthus nivalis	9.8	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2
138	Helleborus niger	0.0	5.0	0.0	0.0	7.6	0.3	12.9
139	Impatiens glandulifera	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	11.0
140	Picea abies	5.3	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
141	Lavatera trimestris	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7
142	Paeonia sp	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7
143	Aster F	1.1	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	8.5
144	Stellaria sp	6.5	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	7.8
145	Cotinus cogygria	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	7.7
146	Begonia sp	0.0	0.0	0.9	5.7	0.0	0.7	7.3
147	Carpinus betulus	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	7.3
148	Petunia sp	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	7.1
149	Saxifragaceae	3.5	0.0	0.7	2.3	0.0	0.0	6.5
150	Cupressaceae	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	3.8	6.1
151	Heracleum sphondyleum	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
152	Tradescantia virgiana	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	5.4	5.8
153	Corylus avellana	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
154	Phyteuma orbiculare	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
155	Potentilla F	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5
156	Tropaeolum majus	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	4.5
157	Umbelliferae	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5
158	Centaurea montana	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	2.0	4.3
159	Bergenia sp	1.8	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
160	Epilobium ang.+ hirs.	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1
161	Gladiolus sp	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	4.1
162	Typha latifolia	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
163	Salvia pratensis	0.4	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	3.5
164	Serratula F	0.8	0.0	2.0	0.2	0.0	0.4	3.4
165	Taxus baccata	1.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
166	Eryngium alpinum	0.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
167	Impatiens sp	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
168	Viburnum fragrans	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	2.1	2.7
169	Cychorium intibus	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	2.6
170	Raphanus raphanistrum	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
171	Knautia arvensis	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
172	Lamium sp	0.0	1.6	0.7	0.0	0.0	0.0	2.3
173	Cheiranthus sp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1
174	Salvia splendens	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8
175	Allium F	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.7
176	Philadelphus coronarius	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
177	Geum sp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5
178	Acer saccharinum	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	1.1
179	Prunus spinosa	0.0	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	1.1
180	Iberis sp	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
181	Trifolium pratense	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0	0.9
182	Anthriscus silvestris	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
183	Cornus mas	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
184	Godetia sp	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
185	Malvaceae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
186	Asparagus sp	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
187	Centaurea sp	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
188	Oenothera biennis	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
189	Staphilea pinnata	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
	bestimmt	23478.8	20267.6	13931.1	9985.7	26874.3	14904.9	109442.4
	nicht bestimmt oder Mischpollenhöschen	107.8	42.0	11.3	-16.9	102.5	108.5	355.[illegible]
	Volk 7	23586.6			9968.8			[illegible]
	Volk 9		20309.6			26976.8		[illegible]
	Volk 10			13942.4			15013.4	[illegible]
	Total		57838.6			51959.0		[illegible]

Zea mays und *Brassica* sp., zwei in unserer Region relativ moderne Kulturpflanzen, sind die wichtigsten Pollenlieferanten der Untersuchung. Diese Abhängigkeit ist grösser, als wir bisher angenommen hatten. Sie ist ein Hinweis auf die ausgesprochen kulturabhängigen Existenzgrundlagen, auch von *Apis mellifera* (WILLE & WILLE 1984*b*).

Von den 15 Pollensorten aus Tab. 2, die zweimal nicht beobachtet wurden (sie machen 2 Gewichts-% der Gesamternte), fehlten 11 im gleichen Jahr bei zwei verschiedenen Völkern. Von den 40 Pollensorten, die nur zweimal auftraten (3 Gewichts-% der Gesamternte), waren 33 entweder nur 1980 oder 1981 mit dabei und nur 7 kamen in beiden Jahren vor, dann aber nicht beim gleichen Volk. Keines der Völker hatte es also stärker auf seltene Pollensorten „abgesehen", als aufgrund des Zufalls erwartet werden kann, sei es, dass es diese in beiden Jahren als einziges gemieden oder als einziges aufgesucht hätte. Gewisse Pollensorten traten aber ganz eindeutig in den beiden Jahren verschieden häufig auf.

15 Pollensorten, die nur dreimal aufgeführt sind, wurden nur in einem der beiden Jahre eingetragen, und 15 einmal im einen und zweimal im anderen Jahr (die 30 Sorten repräsentieren 4 Gewichts-% der Gesamternte). Bei gleichen Chancen für jede kombinatorische Konstellation müsste man ein Verhältnis von 1 zu 9 erwarten. Das Auftreten dieser relativ seltenen Pollenarten ist also nicht unabhängig vom Jahr.

Bei den Pollensorten, die nur einmal fehlten (24 Sorten, 9 Gewichts-%) lässt sich keine Präferenz bei einem Volk oder einem Jahr zeigen, keines der Völker zeigt also ein besonders exklusives Sammelverhalten.

Auch die Pollensorten, die nur einmal vorkamen (46 Sorten, 1 Gewichts-%) waren mit 21 und 25 praktisch gleichmässig auf die beiden Jahre verteilt. 21 von ihnen wurden bei Volk 7 beobachtet, 11 bei Volk 9 und 14 bei Volk 10, was keine signifikante Abweichung von einer Zufallsverteilung darstellt. Auch hier war also keines der Völker ein ausgesprochener Sonderling, "Spezialpollensorten" wurden offenbar zufällig bei einem oder beim anderen gefunden.

In Abb. 3 werden die „Speisekarten" der Völker graphisch dargestellt. Besonders deutlich kommen die unterschiedlichen Beiträge der 25 wichtigsten Pollensorten zum Ausdruck.

Zea mays, Brassica sp., *Acer* sp., *Plantago lanceolata, Taraxacum officinale* und *Salix* sp., die wichtigsten 6 Pollenspender mit 51 Gewichts-% der Gesamternte, waren in beiden Jahren reichlich vorhanden und es ist nicht anzunehmen, dass es zu Mangel- und kritischen Konkurrenzsituationen gekommen ist. Alle diese Pollenspender waren ausserdem relativ grossflächig oder breit gefächert auf das Areal verteilt.

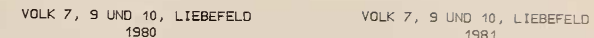
Volk 9 trug im Jahr 1981 auffallend viel *Plantago lanceolata* ein. Seine Pollensammlerinnen wurden wohl auf diese Pflanze aufmerksam gemacht, der Ertrag war lohnend und mit der Zeit hat sich eine „*Plantago*-Tradition" entwickelt, die sich aber bei anderen Völkern nicht im gleichen Mass durchsetzen konnte.

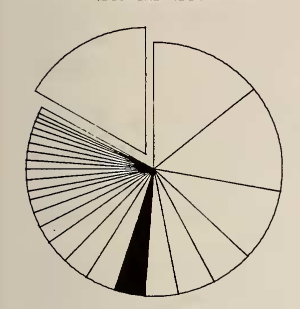
Beim Kernobst (Nr. 7 in Tab. 2, schwarzer Keil in Abb. 3) ist eine Konkurrenzsituation nicht auszuschliessen, da die Futterquelle flächenmässig und zeitlich massierter vorliegt als bei *Plantago.* Volk 9 war zahlenmässig das stärkste der drei (Abb. 1), es erntete am meisten Pollen (Abb. 2), es hatte die höchste Sammelleistung pro Brutzelle und pro Bienentag (Tab. 1) und vielleicht hatte es auch die aggressivsten Sammlerinnen.

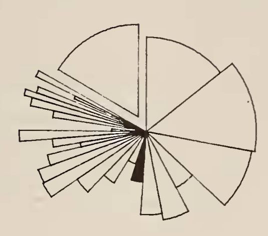
ABB. 3.

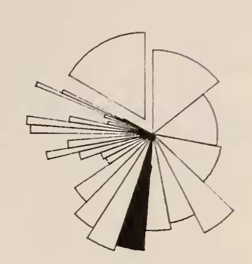
Anteil der verschiedenen Pollensorten an der Gesamternte. Die 25 wichtigsten Sorten (Tab. 2) sind der Reihenfolge nach im Uhrzeigersinn einzeln eingetragen (Kernobst, Nr. 7, schwarz markiert). Die restlichen 155 Sorten sind zusammengefasst zum ergänzenden eingefügten Keil. Die Winkel der Keile sind bei allen Teilgrafiken gleich, die Flächen proportional zu den eingetragenen Pollengewichten, sodass die Unterschiede der einzelnen Pollenernten ersichtlich werden.

VOLK 7, 9 UND 10, LIEBEFELD
1980 UND 1981

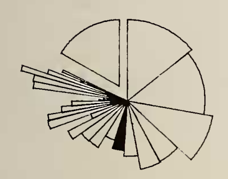




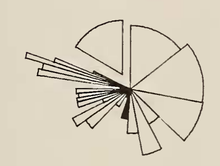




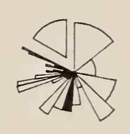
VOLK 7, LIEBEFELD
1980 UND 1981



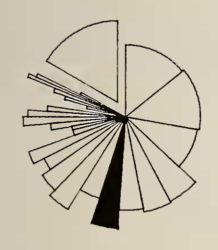
VOLK 7, LIEBEFELD
1980



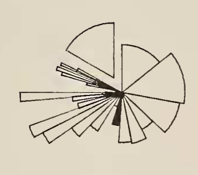
VOLK 7, LIEBEFELD
1981



VOLK 9, LIEBEFELD
1980 UND 1981



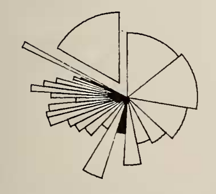
VOLK 9, LIEBEFELD
1980



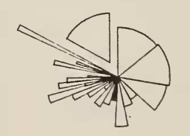
VOLK 9, LIEBEFELD
1981



VOLK 10, LIEBEFELD
1980 UND 1981



VOLK 10, LIEBEFELD
1980



VOLK 10, LIEBEFELD
1981



Wie aus den Analysen der einzelnen Sammeltage hervorgeht, kommt es nie vor, dass weniger als fünf verschiedene Pollensorten heimgebracht werden. Die Hauptsorte liefert dabei je nach Jahreszeit 30 bis 80% der Gesamtmenge; vereinzelt kommt es vor, dass die Hauptsorte über 90% darstellt, so etwa im Frühjahr *Salix* sp., *Taraxacum off.,* im Sommer *Sinapis arvensis, Trifolium repens, Zea mays* oder im Herbst *Hedera helix.*

Von Volk 9 wurde Kernobstpollen im April/Mai 1981 während vier Wochen eingetragen mit 3, 6, 54, und 29% Gewichtsanteil an den einzelnen Wochenernten. *Plantago lanceolata* kam im gleichen Jahr 14 mal vor, war also gewissermassen ein Dauerbrenner.

Beachtenswert ist auch *Trifolium repens,* das 1981 bedeutend stärker eingetragen wurde, obwohl in beiden Jahren ungefähr gleichviel angebaut wurde.

Auf Abb. 4 wird die Pollenernte von jedem Volk in den beiden Jahren als Summierung der einzelnen Sorten dargestellt. Die Sorten sind geordnet nach dem Datum ihres ersten Auftretens. Auf jeder Teilgrafik sind die wichtigsten 25 angeschrieben, von unten nach oben in phänologischer Abfolge. Der gewichtsmässige Anteil ist ersichtlich aus dem Abstand der Schichten.

Die Ernte von 1980 war beim Volk 7 geradezu klassisch: Hauptsorten waren *Acer* sp., *Brassica* sp., *Zea mays,* dazwischen, mit mehr oder weniger grossem Gewichtsanteil, die anderen Pollensorten. Aehnliche Muster findet man bei den beiden anderen Völkern, wobei Volk 10 offenbar „Startschwierigkeiten" hatte: die Ahornernte wurde verpasst. Abb. 1 zeigt, dass Volk 10 im Mai sehr wenig adulte Bienen hatte. Es ist also anzunehmen, dass ihm einfach genügend Sammlerinnen fehlten. Später hat sich das Volk erholt, der Polleneintrag, die Bienenzahl und die Bruttätigkeit wurden besser.

1981 war ein schlechtes Jahr für Volk 7. Mit seiner geringen Volksstärke brachte es nur relativ wenig Pollen ein. Die Brutkurve war anfänglich steil zunehmend, aber schon Ende Mai wurde sie rückläufig. Es ist möglich, dass die Pollenversorgung in diesem Fall limitierender Faktor war, in anderen Untersuchungen fanden wir aber auch schwache Völker mit ausgesprochen guter Pollenversorgung (Wille *et al.,* 1985). Wie Tab. 1 zeigt, war die Lebenserwartung bei den Arbeiterinnen von Volk 7 1981 normal, der Regelmechanismus muss also bei der Brutaufzucht, wahrscheinlich bei den Eiern oder den jungen Larven eingesetzt haben. Ob die Königin oder nur die Brutpflegerinnen beteiligt waren, lässt sich nicht feststellen, bestimmt waren aber keine der bekannten Bienenkrankheiten mit im Spiel.

Der Aminosäurengehalt der einzelnen Pollensorten

Um den Wert der einzelnen Pollensorten für die Bienenernährung zu erkennen, muss man ihren Gehalt an essentiellen Aufbaustoffen kennen. Von den gesamtschweizerisch wichtigsten 99 Pollensorten wurde deshalb das Aminosäurespektrum bestimmt. Wir beschränken uns hier auf die nach de Groot (1953) essentiellen Aminosäuren (Tabelle 3).

Die Tabelle zeigt, dass nicht alle Pollensorten gleichwertig sind, es ist also ernährungsphysiologisch nicht gleichgültig, welche eingetragen werden. Die Spannweite zwischen der gehaltvollsten Sorte, *Sarothamnus scoparius,* einer Ginsterart, die im Tessin oft gehöselt wird, mit 15 g essentiellen Aminosäuren pro 100 g Trockengewicht, bis zu den *Cupressaceen* mit 2 g, ist beachtlich. In Liebefeld war die gehaltvollste Sorte *Acer* sp. und die geringste die *Cupressaceae.*

Gesamteiweissgehalt und Gehalt an den 9 analysierten, essentiellen Aminosäuren sind bei den 99 Pollensorten sehr hoch korreliert (r = 0.982). Auch einzeln korrelieren die essen-

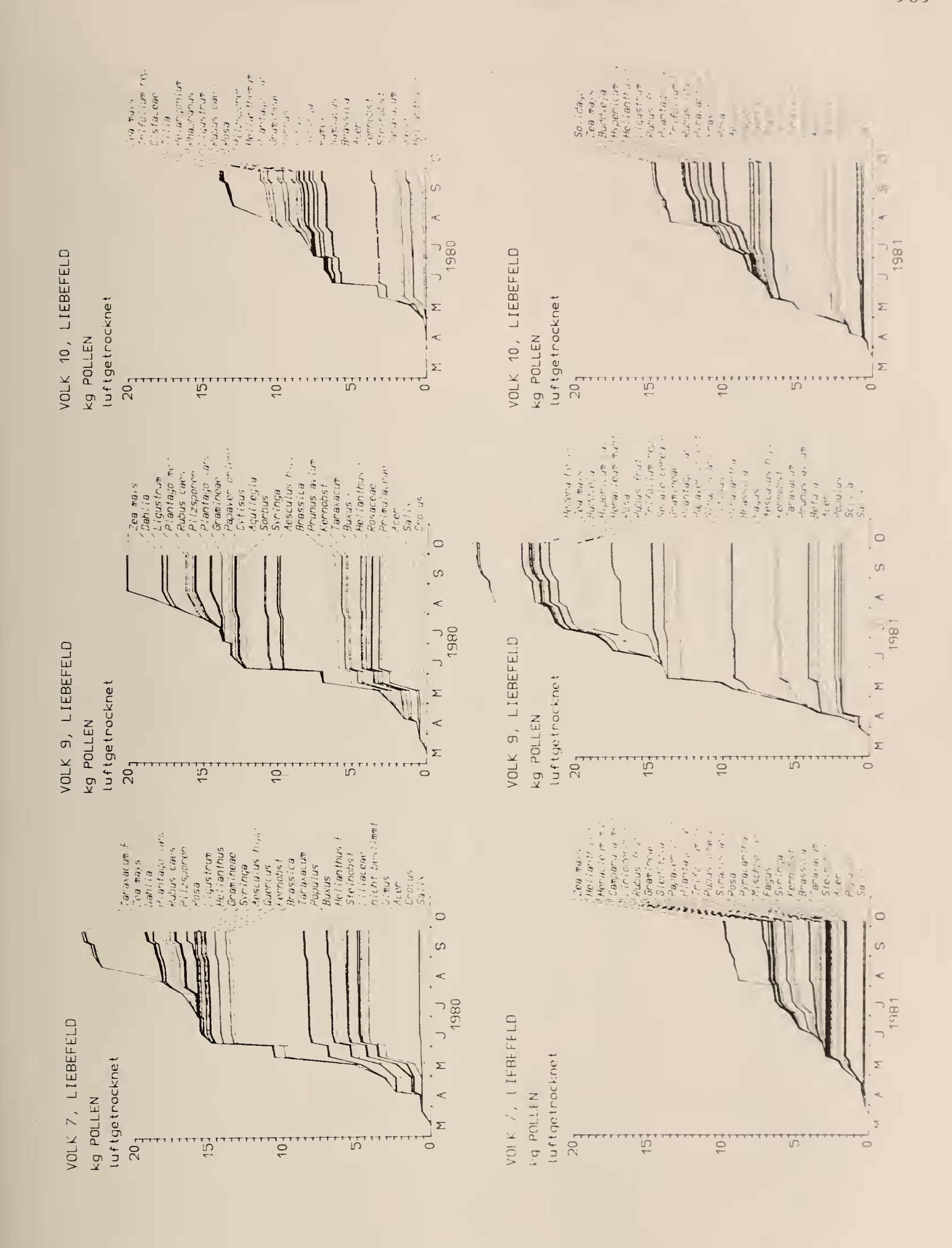


Abb. 4.

Zeitliche Staffelung der Pollenernte. Die einzelnen Pollensorten wurden nach dem Datum ihres ersten Auftretens geordnet und kumulativ nach Gewicht aufgezeichnet. Die wichtigsten 25 Sorten sind auf jeder Teilgrafik in phänologischer Reihenfolge von unten nach oben angeschrieben.

TABELLE 3

Essentielle Aminosäuren im gesammelten Pollen in Gramm pro 100 Gramm Pollen (luftgetrocknet) (ohne Cystein und Tryptophan).

	POLLENSORTE	thr	val	met	ile	leu	phe	his	lys	arg	total nur ess.	total alle
1	Sarothamnus scoparius	1.46	1.71	0.73	1.52	2.44	1.53	0.85	2.30	2.44	14.99	33.13
2	Onobrychis sativa	1.37	1.87	0.80	1.30	2.38	1.14	0.60	1.89	1.69	13.03	33.11
3	Acer sp	1.43	1.88	0.75	1.37	2.37	1.40	0.84	2.32	2.12	14.48	30.55
4	Scilla sp	1.60	1.89	0.99	1.63	2.45	1.50	0.85	2.47	1.85	15.23	30.31
5	Pisum sativum	1.33	1.61	0.73	1.37	2.08	1.27	0.72	2.03	1.48	12.59	29.66
6	Rhinanthus sp	1.31	1.64	0.78	1.40	2.09	1.29	0.72	1.60	1.54	12.38	29.47
7	Leucojum vernum	1.47	1.81	0.82	1.46	2.29	1.38	0.71	2.45	1.79	14.18	28.84
8	Epilobium hirsutum	1.23	1.67	0.56	1.41	2.19	1.32	0.75	2.08	1.44	12.65	28.44
9	Crocus sp	1.16	1.42	0.73	1.31	1.92	1.18	0.79	1.70	1.47	11.67	26.67
10	Hypericum sp	1.24	1.62	0.81	1.35	2.12	1.38	0.71	2.03	1.74	12.99	26.47
11	Robinia pseudo-acacia	1.27	1.45	0.73	1.30	1.95	1:10	0.75	1.63	1.26	11.43	26.05
12	Aesculus hippocastani	1.22	1.57	0.60	1.26	1.98	1.16	0.88	1.95	1.28	11.90	25.90
13	Melilotus sp	1.24	1.61	0.70	1.27	2.04	1.19	0.68	1.85	1.65	12.22	25.60
14	Hedera helix	1.00	1.31	0.68	1.15	1.63	1.06	0.54	1.55	1.39	10.30	25.56
15	Prunus armeniaca	1.09	1.55	0.72	1.14	1.79	1.09	0.63	1.97	1.46	11.44	24.96
16	Sorbus aucuparia	1.13	1.47	0.75	1.13	1.85	1.15	0.69	1.86	1.26	11.29	24.88
17	Rubus idaeus	1.12	1.50	0.48	1.21	1.93	1.16	0.65	1.84	1.23	11.11	24.79
18	Trifolium pratense	1.13	1.29	0.54	1.16	1.77	1.22	0.57	1.48	1.16	10.30	24.66
19	Viola tricolor	1.07	1.55	0.58	1.18	1.84	1.14	0.61	1.73	1.21	10.90	24.30
20	Colchicum autumnale	1.22	1.58	0.72	1.21	2.13	1.00	0.54	1.63	1.52	11.53	24.19
21	Papaver rhoeas	1.15	1.29	0.65	1.17	1.74	1.20	0.75	1.78	1.84	11.57	23.91
22	Brassica sp	1.22	1.29	0.66	1.11	1.72	1.19	0.59	1.67	1.27	10.72	23.78
23	Lamium sp	1.12	1.62	0.66	1.30	1.97	1.16	0.64	1.74	1.41	11.62	23.76
24	Erica carnea	1.01	1.46	0.54	1.07	1.74	1.11	0.58	1.59	1.41	10.51	23.74
25	Buddleja davidii	1.06	1.43	0.64	1.17	1.82	1.12	0.63	1.65	1.34	10.86	23.56
26	Steinobst	1.06	1.45	0.42	1.11	1.72	1.07	0.62	1.81	1.27	10.53	23.37
27	Crataegus sp	1.02	1.34	0.68	1.05	1.66	1.06	0.59	1.74	1.14	10.29	23.11
28	Asparagus	1.13	1.39	0.64	1.06	1.81	0.88	0.49	1.62	1.30	10.33	22.92
29	Serratula F	0.97	1.14	0.65	0.94	1.32	0.87	0.84	1.51	0.88	9.11	22.81
30	Anthriscus silvestris	0.89	1.17	0.70	1.01	1.42	0.92	0.78	1.39	1.07	9.34	22.69
31	Rubus fruticosus	1.00	1.34	0.62	1.05	1.74	0.99	0.51	1.55	1.12	9.92	22.20
32	Prunus avium	0.63	1.19	0.56	1.03	1.59	1.04	0.51	1.81	1.11	9.46	21.87
33	Umbelliferae	0.98	1.37	0.46	1.01	1.59	0.95	0.55	1.63	1.30	9.82	21.83
34	Prunus domestica	0.88	1.13	0.43	0.91	1.36	0.90	0.78	1.34	0.80	8.52	21.47
35	Castanea sativa	0.96	1.15	0.47	0.93	1.54	0.97	0.57	1.57	1.22	9.39	21.16
36	Weigelia sp	0.95	1.31	0.44	1.05	1.61	1.02	0.67	1.46	1.19	9.70	21.14
37	Geranium sp	0.90	1.30	0.45	1.10	1.51	0.86	0.53	1.63	1.10	9.37	20.94
38	Convolvulus sp	1.04	1.31	0.61	1.05	1.70	1.05	0.61	1.60	0.99	9.96	20.80
39	Heracleum mantegazzian.	0.93	1.37	0.65	0.98	1.55	0.95	0.60	1.65	1.04	9.71	20.76
40	Phacelia tanacet folia	0.93	1.35	0.54	1.05	1.64	0.96	0.51	1.47	1.13	9.58	20.72
41	Sinapis arvensis	1.02	1.22	0.61	1.04	1.57	1.00	0.54	1.77	1.09	9.84	20.52
42	Fragaria sp	0.95	1.33	0.51	0.98	1.54	0.95	0.61	1.62	1.01	9.49	20.34
43	Trifolium repens	0.91	1.04	0.55	0.93	1.44	0.91	0.51	1.29	0.96	8.53	20.27
44	Pyracantha coccinea	0.93	1.27	0.64	0.95	1.51	0.96	0.54	1.49	1.07	9.38	20.19
45	Tilia sp	0.88	1.17	0.53	0.94	1.49	0.83	0.76	1.35	1.10	9.03	20.17
46	Epilobium angustifolium	0.84	1.21	0.46	0.97	1.47	0.87	0.57	1.49	0.97	8.85	20.08
47	Quercus sp	0.89	1.02	0.47	0.85	1.36	0.89	0.56	1.45	0.98	8.46	19.61
48	Sambucus niger	1.00	1.13	0.57	1.01	1.42	0.93	0.70	1.43	0.80	8.98	19.33
49	Salix sp	0.94	1.10	0.56	0.91	1.46	0.94	0.52	1.49	0.98	8.90	19.22
50	Kernobst	0.91	1.08	0.70	0.94	1.46	0.94	0.51	1.17	1.07	8.78	19.07
51	Rosa sp	0.83	1.15	0.39	0.88	1.41	0.87	0.51	1.34	0.97	8.35	18.67
52	Calluna vulgaris	0.85	1.00	0.51	0.83	1.37	0.89	0.43	1.19	1.66	8.72	18.65
53	Fraxinus excelsior	0.84	0.96	0.47	0.83	1.31	0.82	0.55	1.42	1.52	8.71	18.47
54	Kolkwitzia amabilis	0.79	1.17	0.45	0.88	1.35	0.81	0.43	1.32	0.84	8.03	18.28
55	Cornus sp	0.81	1.07	0.45	0.88	1.28	0.85	0.44	1.26	1.95	9.00	18.19
56	Primulaceae	0.83	1.21	0.49	0.89	1.35	0.82	0.49	1.34	1.01	8.44	18.07
57	Helianthemum vulgare	0.73	0.99	0.55	0.83	1.27	0.81	0.54	1.13	0.92	7.76	18.01
58	Syringa sp	0.81	1.18	0.48	0.89	1.35	0.81	0.65	1.34	0.89	8.38	17.64
59	Solidago sp	0.77	1.15	0.43	0.91	1.37	0.79	0.57	1.20	0.77	7.95	17.56
60	Helianthus annuus	0.83	1.05	0.63	0.88	1.29	0.79	0.99	1.28	0.83	8.57	17.22
61	Viburnum sp	0.78	1.10	0.44	0.82	1.29	0.75	0.50	1.28	1.03	8.00	17.21
62	Centaurea cyanus	0.74	1.12	0.44	0.78	1.20	0.68	0.59	1.22	0.64	7.41	16.97
63	Plantago media	0.79	1.16	0.70	0.90	1.34	0.80	0.54	1.08	1.03	8.34	16.97
64	Ranunculus acer	0.79	1.02	0.34	0.80	1.22	0.82	0.50	1.29	0.85	7.63	16.64
65	Genista	0.73	1.06	0.47	0.77	1.19	0.77	0.60	1.08	0.90	7.57	16.39
66	Campanulaceae	0.76	1.15	0.42	0.86	1.30	0.80	0.43	1.13	0.74	7.58	16.26
67	Filipendula ulmaria	0.73	1.04	0.54	0.83	1.26	0.79	0.37	1.21	0.87	7.63	16.00
68	Ligustrum vulgare	0.67	1.01	0.60	0.83	1.17	0.73	0.54	1.11	0.89	7.54	15.98
69	Liliaceae	0.70	1.03	0.40	0.75	1.13	0.70	0.43	0.99	0.58	6.70	15.67
70	Juglans regia	0.73	1.01	0.34	0.78	1.20	0.77	0.46	1.13	0.83	7.24	15.60
71	Dahlia sp	0.70	0.99	0.49	0.64	1.26	0.37	0.77	0.96	0.98	7.15	15.51
72	Pelargonium sp	0.65	0.95	0.50	0.74	1.03	0.59	0.49	1.24	0.88	7.08	15.26
73	Stellaria sp	0.73	1.00	0.39	0.74	1.11	0.70	0.38	1.20	0.65	6.91	15.16
74	Calendula officinalis	0.75	0.93	0.51	0.82	1.12	0.60	1.38	0.96	0.55	7.61	15.09
75	Corylus avellana	0.63	0.98	0.38	0.69	1.08	0.65	0.45	1.09	0.98	6.92	15.03
76	Fagus silvatica	0.67	1.04	0.45	0.70	1.18	0.52	0.37	1.09	1.03	7.05	14.97
77	Gramineae	0.70	0.95	0.29	0.59	1.19	0.72	0.42	1.03	0.68	6.57	14.36
78	Zea mays	0.70	0.76	0.35	0.61	0.95	0.61	0.34	0.97	0.91	6.18	14.32
79	Aster F	0.79	0.87	0.45	0.59	1.11	0.52	0.66	1.18	0.51	6.67	14.03
80	Buxus sempervirens	0.64	1.01	0.38	0.67	1.00	0.57	0.30	0.80	0.63	6.00	13.93
81	Taraxacum off.	0.54	0.60	0.33	0.53	0.86	0.55	0.77	1.23	0.41	5.83	13.72
82	Bellis perennis	0.67	0.89	0.38	0.61	0.93	0.57	0.52	1.11	0.62	6.30	13.22
83	Rumex sp	0.61	0.93	0.37	0.65	1.01	0.59	0.40	1.02	0.66	6.24	13.19
84	Plantago lanceolata	0.66	0.76	0.31	0.66	1.03	0.67	0.33	0.87	0.95	6.23	12.99
85	Veronica sp	0.62	0.90	0.35	0.66	1.04	0.62	0.53	0.98	0.70	6.39	12.97
86	Polygonum bistorta	0.67	0.77	0.43	0.59	0.86	0.56	0.28	1.10	0.57	5.84	12.76
87	Larix decidua	0.35	0.47	0.26	0.35	0.52	0.32	0.57	0.69	3.89	7.41	12.36
88	Ulmus sp	0.53	0.76	0.23	0.58	0.92	0.55	0.35	0.86	1.36	6.15	12.34
89	Tussilago sp	0.45	0.70	0.29	0.49	0.78	0.46	0.51	0.83	0.47	4.97	12.30
90	Achillea F	0.49	0.69	0.35	0.53	0.82	0.44	0.44	1.16	0.44	5.37	11.94
91	Artemisia sp	0.52	0.67	0.33	0.57	0.87	0.32	0.51	1.03	0.44	5.28	11.58
92	Betula pendula	0.51	0.82	0.40	0.53	0.94	0.40	0.28	0.85	0.89	5.62	11.56
93	Juncaceae	0.56	0.80	0.39	0.59	0.92	0.59	0.29	0.80	0.63	5.57	11.24
94	Cyperaceae	0.48	0.72	0.22	0.50	0.87	0.52	0.32	0.82	0.69	5.14	11.24
95	Helianthus F	0.52	0.74	0.29	0.52	0.80	0.48	0.54	0.78	0.43	5.10	10.71
96	Picea abies	0.36	0.58	0.24	0.37	0.59	0.34	0.21	0.67	1.28	4.64	9.51
97	Pilzsporen	0.31	0.48	0.19	0.32	0.50	0.28	0.20	0.50	0.25	3.04	6.39
98	Pinus sp	0.22	0.38	0.13	0.23	0.37	0.19	0.12	0.43	0.43	2.49	5.42
99	Cupressaceae	0.21	0.33	0.09	0.21	0.35	0.18	0.14	0.37	0.30	2.18	4.57
	Durchschnitt	0.873	1.159	0.513	0.913	1.427	0.858	0.562	1.381	1.061	8.43	19.213

tiellen Aminosäuren i. a. sehr gut mit dem Gesamteiweissgehalt. Die berechneten Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

TABELLE 4

Essentielle Aminosäuren und Gesamtaminosäurengehalt bei 99 von Bienen gehöselten Pollensorten.

Aminossäure	thr	val	met	ile	leu	phe	his	lys	arg
Produkt-Moment-Korrelations-koeffizient r	0.964	0.954	0.866	0.973	0.975	0.956	0.621	0.937	0.814

Das relative Aminosäurenspektrum der meisten Sorten ist also sehr ähnlich. Als Sonderfall zu betrachten wären Lärche (*Larix*), wo Arginin in grosser Menge auftritt, oder Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), wo der Arginin-Gehalt relativ gering ist. Einseitige *Taraxacum*-Tracht müsste also zu einer Verschiebung des Aminosäuren-Gleichgewichts in der Ernährung führen. Dies liess sich von HERBERT *et al.* 1970 experimentell zeigen: Bienen, die nach dem Schlüpfen ausschliesslich mit *Taraxacum*-Pollen ernährt wurden, konnten keine Brut aufziehen; nach Arginin-Zugabe wurde dieser Mangel behoben.

Aufgrund der berechneten Korrelationskoeffizienten, wären infolge einseitiger Tracht weitere Mangelsituationen am ehesten noch bei Methionin und Histidin zu erwarten.

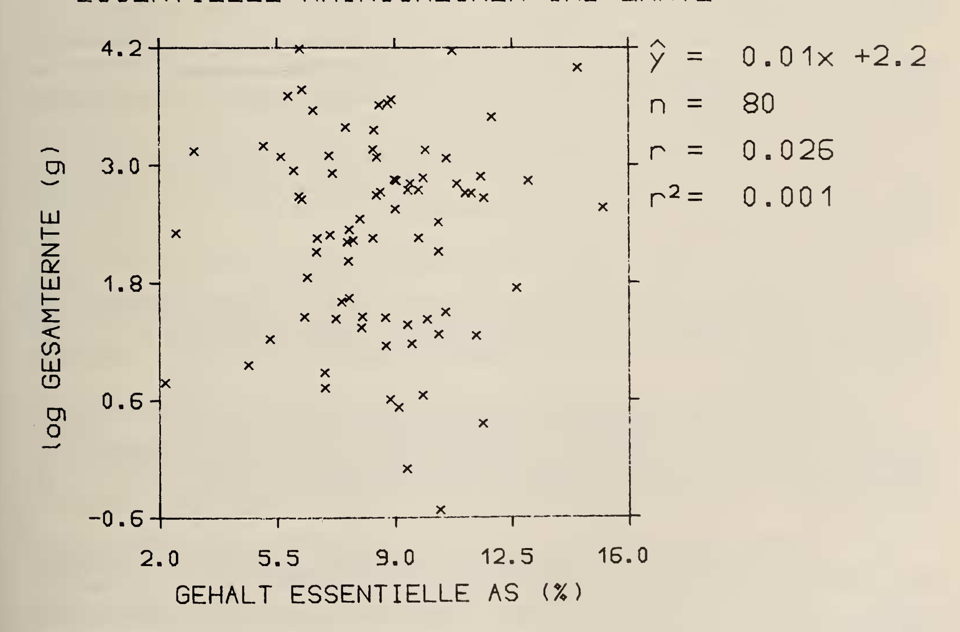


ABB. 5.

Korrelation zwischen der Menge des gesammelten Pollens und dem Gehalt an essentiellen Aminosäuren bei den 80 Pollensorten, die sowohl in Tab. 2, wie auch in Tab. 3 aufgeführt sind.

Von den 99 Sorten, die in Tabelle 3 aufgeführt sind, sind 80 auch auf Tabelle 2, der Speisekarte der Liebefelder Bienen, zu finden. Diese 80 Sorten repräsentieren 93% der Gesamternte, unter ihnen sind auch lückenlos die 25 wichtigsten.

Obwohl es hinsichtlich einer guten Versorgung mit essentiellen Aminosäuren lohnend wäre, scheinen die Sammlerinnen den Aminosäurengehalt des Pollens überhaupt nicht zu berücksichtigen. Dies geht aus der Gegenüberstellung der Beliebtheit der 80 Pollensorten und ihrem Eiweissgehalt hervor: Sowohl im Rangkorrelationstest nach Spearman, wie auch im Pearson-Korrelationstest (Abb. 5) liess sich kein Zusammenhang nachweisen.

Dank

Die Autoren danken dem Sekretariat der FAM für die Hilfsbereitschaft beim Übersetzen und die Unterstützung beim Schreiben sowie Herrn Fritz Schafroth für seine Geduld beim Füttern des Computers mit den vielen Rohdaten.

Zusammenfassung

Von drei Liebefelder Bienenvölkern wurde 1980 und 1981 der Polleneintrag sowie der Verlauf der Volksentwicklung untersucht.

Die Pollenernten schwankten zwischen 10 und 26 kg pro Volk und Jahr; es wurden 189 verschiedene Pollensorten identifiziert. Die wichtigsten 40 machten mehr als 90% der Gesamternte aus. *Zea mays, Brassica* sp., *Acer* sp., *Plantago lanceolata, Taraxacum officinale* und *Salix* sp. lieferten 51% der Gesamternte.

Die grossen quantitativen und qualitativen Unterschiede der Pollenernten sind offenbar auf andersartige Präferenzen der einzelnen Völker zurückzuführen. Es liess sich aber nicht zeigen, dass einzelne Völker eine überdurchschnittliche Vorliebe für selten gefundene Pollensorten gehabt hätten.

Von 99 wichtigen, in der Schweiz von *Apis mellifera* gehöselten Pollensorten wurden Aminosäurengehalt und Aminosäurenspektrum gemessen. Der Trockengewichtsanteil der Aminosäuren lag zwischen 5% bei *Pinus* sp. und den *Cupressaceae* und 33% bei *Sarothamnus.* Es liess sich keine Präferenz der Bienen für Pollensorten mit hohem Aminosäurengehalt nachweisen.

Der Gehalt der meisten essentiellen Aminosäuren ist mit dem Gesamtaminosäurengehalt sehr eng korreliert: 44 Gewichts-% der gemessenen Aminosäuren sind essentiell. Lediglich bei Histidin, Arginin und Methionin ist die Beziehung etwas lockerer. Bei gemischter Pollenernährung sind Unausgewogenheiten in der Aminosäurenversorgung nicht wahrscheinlich.

Die Untersuchung des Massenwechsels der Bienenvölker zeigte grosse Unterschiede der Völker in Bezug auf Bienenzahl, Brutflächen und deren Veränderung im Laufe der Zeit. Pro Volk und Jahr war aber das Verhältnis „Bienentage/aufgezogene Brutzelle" relativ konstant und lag bei 19 Tagen.

Die Beziehungen zwischen Grösse der Pollenernte, Anzahl aufgezogener Brutzellen, Anzahl Bienentage und Lebenserwartung sind locker und lassen sich, wenn überhaupt, statistisch nur sehr schwach sichern.

Résumé

De 1980 à 1981, nous avons étudié la récolte de pollen et le développement de trois colonies d'abeilles à Liebefeld. Les quantités de pollen récolté variaient de 10 à 26 kg par colonie et par année. Nous avons identifié 189 types de pollen dont les 40 les plus importants constituaient 90% de la récolte totale. *Zea mays, Brassica* sp., *Acer* sp., *Plantago lanceolata, Taraxacum officinale* et *Salix* sp. totalisaient 51% de la récolte totale. Les pollens récoltés présentaient de grandes différences quantitatives et qualitatives, sans doute attribuables aux préférences individuelles des trois colonies. Nous n'avons pas pu démontrer une prédilection pour des sortes de pollen peu fréquentes de la part d'une colonie ou d'une autre.

99 sortes de pollen importantes recueillies en Suisse par *Apis mellifera* ont été soumises à des analyses pour en déterminer les taux et le spectre des acides aminés. La teneur totale en acides aminés variait de 5% du poids sec pour *Pinus* sp. et *Cupressaceae* à 33% pour *Sarothamnus scoparius.* Nous n'avons pu conclure à une préférence des abeilles pour des sortes de pollen présentant un taux élevé d'acides aminés.

Il y avait une étroite corrélation entre le taux de la plupart des acides aminés essentiels et le taux d'acides aminés total: 44% des acides aminés mesurés sont des acides aminés essentiels. Cette corrélation est cependant un peu moins évidente pour l'histidine, l'arginine et la méthionine. Si la nourriture des abeilles se compose de pollen de provenances différentes, il n'y a guère de risque que l'apport d'acides aminés soit déséquilibré.

L'étude de la dynamique des populations a abouti à des différences considérables dans le nombre d'abeilles, les surfaces occupées par le couvain et les fluctuations de ces paramètres. Le rapport «jours abeilles/cellule de couvain élevée» était cependant relativement constant, soit de 19 jours environ par colonie et par année.

Les corrélations entre la quantité de pollen récoltée, le nombre de cellules de couvain élevées, le nombre de jours abeilles et la longévité des abeilles étaient moins étroites et statistiquement à peine significatives.

Literatur

Binder, S. 1984. Untersuchung über die Beeinflussung der Entwicklung von Bienenvölkern durch den eingetragenen Pollen, insbesondere dessen Rohproteingehalt. *Diplomarbeit, ETH Zürich,* 79 pp.

Bühlmann, G. 1982. Assessing population dynamics in a honeybee colony. *Proc. II Europ. Congr. Entomol., Kiel* und 1985 *Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent.* 4: 312-316.

— 1984. Calculating the life expectancy of worker bees *(Apis mellifera)* by means of the emerging rate and the number of bees. *XVII Internat. Congr. Entomol. Hamburg.* Abstract Vol.: 529.

Crane, E. 1975. Honey, a comprehensive survey. *Heinemann, London,* XVI + 608 pp.

Eckert, E. 1942. The pollen requirement by a colony of honey-bees. *J. econ. Ent.* 35 (3): 309-311.

Gerig, L. 1983. Lehrgang zur Erfassung der Volksstärke. *Schweiz. Bienenztg.* 106 (NF): 199-204.

Gransier, K. 1984. Die Verwendung von Pollenfallen zur Untersuchung des Polleneintrages der Honigbiene (*Apis mellifera carnica Pollmann*) unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf Verhalten und Leistung des Bienenvolkes. *Inaugural-Dissertation,* Bonn, 95 pp.

GROOT, de, A. P. 1953. Protein and amino acid requirements of the honeybees. *Physiologia comp. Oecol.* 3 (1): 197-285.

HERBERT, E. W., W. E. BICKLEY and H. SHIMANUKI. 1970. The brood-rearing capability of caged honey bees fed dandelion and mixed pollen diets. *J. econ. Ent.* 63: 215-218.

HIRSCHFELDER, H. 1951. Quantitative Untersuchung zum Polleneintrag der Bienenvölker. *Z. Bienenforsch.* 1 (4): 67-77.

IMDORF, A. 1983. Polleneintrag eines Bienenvolkes aufgrund des Rückbehaltes in der Pollenfalle. 1. Teil: Berechnungsgrundlagen. *Schweiz. Bienenztg.* 106 (NF): 69-77.

IMDORF, A. und M. WILLE. 1983. Polleneintrag eines Bienenvolkes aufgrund des Rückbehaltes in der Pollenfalle. 2. Teil: Detaillierte Analysen des Pollenrückbehaltes in der Falle. *Schweiz. Bienenztg.* 106 (NF): 184-195.

LEHNHERR, B., P. LAVANCHY und M. WILLE. 1979. Eiweiss- und Aminosäure- gehalt einiger häufiger Pollenarten. *Schweiz. Bienenztg.* 102 (NF): 482-488.

LOUVEAUX, J. 1955. Introduction à l'étude de la récolte du pollen par les abeilles. *Physiologia comp. Oecol.* 4 (1): 1-54.

OPPLIGER, J. 1981. Beziehung zwischen der Pollenversorgung von Bienenvölkern und ihrem Massenwechsel. *Diplomarbeit, ETH Zürich,* 81 pp.

VISSCHER, P. K. and T. D. SEELEY. 1982. Foraging strategy of honey bee colonies in temperate deciduous forests. *Ecology* 63 (6): 1790-1801.

WAHL, O. and K. ULM. 1983. Influence of pollen feeding and physiological condition on pesticide sensitivity of the bee *Apis mellifera carnica. Oecologia* 59: 106-128.

WILLE, H. 1984*a*. Einfluss von Krankheitselementen auf den Massenwechsel von Bienenvölkern. *Schweiz. Bienenztg.* 107 (NF): 161-172 und 218-229.

— 1984*b*. In welchem Mass beeinflusst die Pollenversorgung den Massenwechsel der Bienenvölker? *Schweiz. Bienenztg.* 107 (NF): 64-80 und 119-123.

WILLE, H. und L. GERIG. 1976. Massenwechsel des Bienenvolkes. *Schweiz. Bienenztg.* 99 (NF): 16-25, 125-140 und 245-257.

WILLE, H. und A. IMDORF. 1983. Die Stickstoffversorgung des Bienenvolkes. *ADIZ* 17: 37-50.

WILLE, H., A. IMDORF, G. BÜHLMANN, V. KILCHENMANN und M. WILLE. 1985. Beziehung zwischen Polleneintrag, Brutaufzucht und mittlerer Lebenserwartung der Arbeiterinnen in Bienenvölkern (*Apis mellifica L.*). *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 58: 205-214.

WILLE, H. und M. WILLE. 1984*a*. Die Pollenversorgung des Bienenvolkes: die wichtigsten Pollenarten, bewertet nach ihrem Eiweissgehalt und ihrer Häufigkeit im Pollensammelgut. *Schweiz. Bienenztg.* 107 (NF): 353-362.

— 1984*b*. Was hat sich in der Pollenversorgung der Bienenvölker in den letzten 35 Jahren verändert? *Schweiz. Bienenztg.* 107 (NF): 463-472 und 504-511.